

PIECE MOULEE EN ALLIAGE D'ALUMINIUM AL-SI-CU A HAUTE RESISTANCE A CHAUD

## 5 **Domaine de l'invention**

L'invention concerne les pièces moulées en alliage d'aluminium soumises à des contraintes thermiques et mécaniques élevées, notamment les culasses de moteurs à combustion interne, et plus particulièrement de moteurs turbo-chargés à essence ou diesel.

## **Etat de la technique**

Dans la fabrication des culasses de moteurs, on utilise habituellement deux familles d'alliages d'aluminium :

- 1) les alliages contenant de 5 à 9% de silicium, de 3 à 4% de cuivre et du magnésium. Il s'agit le plus souvent d'alliages de seconde fusion, avec des teneurs en fer comprises entre 0,5 et 1%, et des teneurs en impuretés, notamment en manganèse, zinc, plomb, étain ou nickel, assez élevées. Ces alliages sont généralement utilisés sans traitement thermique (état F) ou simplement stabilisés (état T5). Ils sont plutôt destinés à la fabrication de culasses de moteurs à essence assez peu sollicités thermiquement. Pour les pièces plus sollicitées destinées aux moteurs diesel ou turbo-diesel, on utilise des alliages de première fusion, avec une teneur en fer inférieure à 0,3%, traités thermiquement à l'état T6 (revenu au pic de résistance mécanique) ou T7 (sur-revenu).
- 2) les alliages de première fusion contenant de 7 à 10% de silicium et du magnésium, traités à l'état T6 ou T7, pour les pièces les plus sollicitées comme celles destinées aux moteurs turbo-diesel.

Ces deux grandes familles d'alliages conduisent à des compromis différents entre les diverses propriétés d'emploi : résistance mécanique, ductilité, tenue au fluage et à la fatigue. Cette problématique a été décrite par exemple dans l'article de R. Chuimert et M. Garat : « Choix d'alliages d'aluminium de moulage pour culasses Diesel

fortement sollicitées », paru dans la Revue SIA de mars 1990. Cet article résume ainsi les propriétés de 3 alliages étudiés :

- Al-Si5Cu3MgFe0,15 T7 : bonne résistance – bonne ductilité
- Al-Si5Cu3MgFe0,7 F : bonne résistance – faible ductilité
- 5 - Al-Si7Mg0,3Fe0,15 T6 : faible résistance – extrême ductilité

La première et la troisième combinaison alliage-état peuvent être utilisées pour les culasses fortement sollicitées. Cependant, on a continué à rechercher un compromis amélioré entre résistance et ductilité. Le brevet FR 2690927 au nom de la demanderesse, déposé en 1992, décrit des alliages d'aluminium résistant au fluage  
 10 contenant de 4 à 23% de silicium, au moins l'un des éléments magnésium (0,1 – 1%), cuivre (0,3 – 4,5%) et nickel (0,2 – 3%), et de 0,1 à 0,2% de titane, de 0,1 à 0,2% de zirconium et de 0,2 à 0,4% de vanadium. On observe une amélioration de la tenue au fluage à 300°C sans perte notable de l'allongement mesuré à 250°C.

L'article de F. J. Feikus « Optimization of Al-Si cast alloys for cylinder head  
 15 applications » AFS Transactions 98-61, pp. 225-231, étudie l'ajout de 0,5% et 1% de cuivre à un alliage AlSi7Mg0,3 pour la fabrication de culasses de moteurs à combustion interne. Après un traitement T6 classique comportant une mise en solution de 5 h à 525°C, suivi d'une trempe à l'eau froide et d'un revenu de 4 h à 165°C, il n'observe aucun gain en limite d'élasticité, ni en dureté à température  
 20 ambiante, mais à des températures d'utilisation au-delà de 150°C, l'ajout de cuivre apporte un gain significatif de limite d'élasticité et de résistance au fluage.

La demande de brevet 02-07873, déposée le 25/06/2002 par la demanderesse, décrit une pièce moulée à haute résistance au fluage, notamment une culasse ou un carter de moteur, en alliage de la composition (% en poids) :

25	Si : 5 – 11	et de préférence 6,5 – 7,5
	Fe < 0,6	et de préférence < 0,3
	Mg : 0,15 – 0,6	« « 0,25 – 0,5
	Cu : 0,3 – 1,5	« « 0,4 – 0,7
	Ti : 0,05 – 0,25	« « 0,08 – 0,20
30	Zr : 0,05 – 0,25	« « 0,12 – 0,18
	Mn < 0,4	« « 0,1 – 0,3
	Zn < 0,3	« « < 0,1
	Ni < 0,4	« « < 0,1

Le but de la présente invention est d'améliorer encore la résistance mécanique et la tenue au fluage, dans le domaine de température 230-380°C, de pièces soumises localement à de hautes températures, en particulier les culasses (pontets inter-soupapes).

5

### Objet de l'invention

L'invention a pour objet une pièce moulée à haute résistance mécanique à chaud et haute résistance au fluage dans le domaine de température 230-380°C, en alliage d'aluminium de composition (% en poids) :

10

Mg < 0,1 et de préférence < 0,03

Si : 4,5 – 10

Cu : 2,0 – 5,0 de préférence 3,0 – 4,0

Ni < 0,4 « « < 0,1

15

Ti : 0,03 – 0,25 « « 0,08 – 0,20

Zr : 0,05 – 0,25 « « 0,12 – 0,20

Fe < 0,9 et de préférence < 0,3

Zn < 0,3 « « < 0,1

éventuellement V : 0,02-0,30 de préférence 0,04-0,20

20

Mn : 0,1 – 0,5 de préférence 0,15-0,40

Hf, Nb, Ta, Cr, Mo et/ou W : 0,03 – 0,30

autres éléments < 0,10 chacun et < 0,30 au total, balance aluminium.

### Description de l'invention

25

L'invention repose sur la constatation par la demanderesse qu'il est possible d'obtenir des propriétés de tenue à chaud, notamment entre 230°C et 380°C, nettement améliorées par rapport aux alliages existants sans perte de ductilité, en associant dans un alliage de moulage de type Al-Si un durcissement structural basé sur une addition de 2 à 5% de cuivre sans magnésium, et une addition de 0.05 à 0.25% de zirconium.

30

Les inventeurs émettent l'hypothèse que les bonnes propriétés mécaniques à chaud des pièces traitées thermiquement résultent d'une microstructure comportant

simultanément des phases de dispersoïdes au zirconium formées au cours de la mise en solution et de phases métastables au cuivre  $\theta' - \theta''$  dérivées du système de précipitation  $\text{Al}_2\text{Cu}$ . Ces phases sont plus stables à chaud que les phases binaires  $\beta'\beta''$  à base de  $\text{Mg}_2\text{Si}$  et les phases quaternaires  $\lambda'\lambda''$   $\text{AlCuMgSi}$ , qui se forment au  
5 revenu en présence de magnésium.

Par le choix de la teneur en cuivre, il est possible d'accéder à des compromis différents entre les propriétés mécaniques à chaud et la ductilité. Ainsi, il est possible avec les alliages selon l'invention d'obtenir une ductilité aussi bonne que celle d'alliages très ductiles comme l'A-S7G, en limitant la teneur en cuivre au bas de  
10 l'intervalle 2 – 5%.

Comme la plus grande partie des alliages destinés à la fabrication des culasses de moteurs, le fer est maintenu en dessous de 0,9%, ce qui veut dire qu'il peut s'agir d'alliages de première ou de deuxième fusion ; cette limite peut être abaissée en dessous de 0,3% (première fusion), et de préférence en dessous de 0,2% lorsqu'on  
15 souhaite un allongement à la rupture élevé.

L'alliage doit contenir du zirconium à une teneur comprise entre 0,05 et 0,25%, et de préférence à une teneur comprise entre 0,12 et 0,20% pour obtenir une teneur optimale de dispersoïdes après traitement thermique.

La teneur en titane est maintenue entre 0,03 et 0,25%, ce qui est assez habituel pour  
20 ce type d'alliage. Le titane contribue à l'affinage du grain primaire lors de la solidification, mais, dans le cas des alliages selon l'invention, il contribue aussi, en liaison avec le zirconium, à la formation, lors de la mise en solution de la pièce moulée, de dispersoïdes très fins ( $< 1 \mu\text{m}$ )  $\text{AlSiZrTi}$  situés à cœur de la solution solide  $\alpha\text{-Al}$  et qui sont stables au-delà de  $300^\circ\text{C}$ , contrairement aux phases du  
25 durcissement structural au cuivre, dont la coalescence, bien que moindre que celle des phases au magnésium, devient conséquente à ce niveau de température.

L'alliage peut comporter également du vanadium à une teneur comprise entre 0,02 et 0,30%, et de préférence entre 0,04 et 0,20%, ainsi que d'autres éléments péritectiques, tels que le hafnium, le niobium, le tantale, le chrome, le molybdène ou  
30 le tungstène, à une teneur comprise entre 0,03 et 0,30%. Ces éléments, du fait de leur courbe de solubilité et de leur faible coefficient de diffusion dans l'aluminium, forment également à la mise en solution des dispersoïdes stables à haute température.

A une teneur de plus de 0,1%, le manganèse a un effet positif sur la résistance mécanique entre 250°C et 380°C, mais cet effet plafonne au-delà d'une teneur de 0,5%.

Contrairement aux alliages pour culasses où la présence de magnésium est habituellement souhaitée ou admise, les alliages des pièces selon l'invention ont une température de solidus et une température de brûlure supérieures à 507°C. Elles peuvent de ce fait être traitées thermiquement à l'état T6 ou T7 avec une température de mise en solution comprise entre 515 et 525°C selon la teneur en cuivre, et ce sans précaution particulière, c'est-à-dire sans nécessité d'une montée en température lente ou d'un palier intermédiaire, alors que les alliages du même type à plus de 0,2% de magnésium forment un eutectique quaternaire invariant avec le risque d'une brûlure à 507°C.

La possibilité d'effectuer un traitement thermique à plus de 515°C présente plusieurs avantages : on peut obtenir une homogénéisation plus poussée des phases au cuivre, une meilleure globulisation des phases au silicium et une précipitation plus complète des phases au zirconium et autres éléments péritectiques.

Enfin, un autre intérêt de ce type de composition est leur moindre sensibilité à la vitesse de trempe après mise en solution que les alliages type Al-Si-Mg et les Al-Si-Cu-Mg. En effet, bien que trempables à l'eau selon les techniques usuelles, ces alliages offrent des possibilités accrues de trempe adoucie (eau pulvérisée, trempe en lit fluidisé, trempe par air pulsé) avec des pertes relatives de propriétés mécaniques très inférieures à celles des alliages traditionnels avec magnésium.

Les pièces sont fabriquées par les procédés habituels de moulage, notamment le moulage en coquille par gravité et le moulage basse pression pour les culasses, mais également le moulage au sable, le squeeze casting (en particulier dans le cas d'insertion de composites) et le moulage à mousse perdue (lost foam).

Ces pièces peuvent également être utilisées comme inserts pour les parties chaudes d'une pièce en alliage traditionnel, ou pour les parties chaudes de pièces réalisées en deux alliages différents (« dual casting »).

Le traitement thermique comporte une mise en solution typiquement de 1 à 10 h à une température comprise entre 515 et 525°C, une trempe de préférence à l'eau froide ou une trempe adoucie, et un revenu de 0,5 à 10 h à une température comprise entre 150 et 250°C. La température et la durée du revenu sont ajustées de manière à

6

obtenir, soit un revenu au pic de résistance mécanique (T6), soit un sur-revenu (T7) fréquemment utilisé pour les culasses de moteurs.

Les pièces selon l'invention, et notamment les culasses de moteurs d'automobile ou d'avion, les carters, volutes et autres équipements pour l'aéronautique soumis à des températures élevées, présentent une excellente résistance mécanique à chaud, une résistance au fluage supérieure à celles des pièces de l'art antérieur dans le domaine de température 230-380°C, et peuvent, en cas de limitation de la teneur en cuivre, présenter une excellente ductilité. A contrario, les performances mécaniques à température ambiante ou modérée sont légèrement inférieures à celles des alliages Al-Si-Cu-Mg.

### Exemple

On a élaboré dans le creuset en carbure de silicium d'un four électrique 100 kg de 10 alliages dont la composition (poids %) est indiquée au tableau 1. Ces compositions ont été mesurées par spectrométrie d'émission par étincelle, sauf pour le cuivre et le zirconium, qui ont été mesurés par spectrométrie d'émission à plasma induit.

Tableau 1

alliage	Si	Fe	Cu	Mg	Mn	Zr	V	Ti
1	5	0,15	3,1	0,30				0,10
2	5	0,15	3,1	0,30		0,14	0,25	0,10
3	7	0,15		0,30				0,10
4	7	0,15		0,30	0,12	0,14	0,15	0,10
5	7	0,15	0,5	0,38				0,10
6	7	0,15	0,5	0,38		0,14		0,10
7	5	0,15	4,1	< 0,05	0,15	0,14	0,25	0,14
8	7	0,15	3,0	< 0,05	0,20	0,14	0,25	0,14
9	7	0,15	2,4	< 0,05	0,19	0,14	0,25	0,14

On a coulé des éprouvettes coquille de traction AFNOR de chaque alliage. Ces éprouvettes ont été soumises à un traitement thermique comportant une mise en

7

solution dans les conditions indiquées au tableau 2, une trempe à l'eau froide, une maturation à la température ambiante de 24 h et un revenu de 5 h à 160°C ou à 200°C.

- 5 A partir de ces éprouvettes, on a usiné des éprouvettes de traction et des éprouvettes de fluage de manière à mesurer les caractéristiques mécaniques (résistance à la rupture  $R_m$  en MPa, limite d'élasticité  $R_{p0,2}$  en MPa et allongement à la rupture A en %) à la température ambiante, à 250°C et à 300°C. Les résultats sont indiqués au tableau 2 :

10

Tableau 2

	20°C			250°C			300°C		
Alliage	$R_m$	$R_{p0,2}$	A	$R_m$	$R_{p0,2}$	A	$R_m$	$R_{p0,2}$	A
1	358	311	2,5	111	92	16	62	47	30
3	299	257	9,9	61	55	35	43	40	34
4	294	255	9,7	62	56	35	43	41	34
5	327	275	9,8	73	66	35	44	40	35
6	324	270	9,8	68	63	35	45	42	35
7	367	287	1,9	126	103	16	72	63	23
8	313	165	12,3	100	80	33	64	54	34
9	281	140	15,3	94	75	37	60	51	44

mise en solution 10h 495°C, trempe eau froide, revenu 4h

1, 2 210°C

3, 4 mise en solution 10h 540°C trempe eau froide 24h attente -revenu 4h 210°C

mise en solution 4h 500°C+ 10h 540°C, trempe eau froide, 24h attente, -revenu 4h

5-6 210°C

7, 8, 9 mise en solution 10h 515°C trempe eau froide revenu 4h 210°C

7 bis mise en solution 10h 495°C trempe eau froide revenu 4h 210°C

- 15 Contrairement aux alliages classiques 1 et 2 au cuivre et avec magnésium, dont le traitement thermique ne peut être réalisé qu'à des températures de l'ordre de 495°C du fait des risques de brûlure à 507°C, les alliages 7, 8 et 9 selon l'invention avec cuivre sans magnésium et contenant du zirconium ont pu être traités avec une mise en solution à 515°C.

8

Pour ces alliages 7 à 9, les résultats montrent des niveaux de limite élastique et de résistance à la rupture à 250°C et 300°C très nettement supérieurs à ceux des alliages 1 et 2 de l'art antérieur. Ainsi, la limite élastique des éprouvettes en alliages 7 à 9 dépasse 50 MPa, alors que celle des éprouvettes en alliages 1 à 6 sont très en deçà de ce niveau.

On met en évidence les mêmes effets dans les résultats des essais de fluage à 250 et 300°C à l'aide du coefficient  $\sigma^{0.1\%}_{100h}$  représentant la contrainte (en MPa) conduisant à une déformation de 0,1% après 100 h d'exposition à ces températures. Les résultats sont indiqués au tableau 3.

Tableau 3

Alliage	$\sigma$ 250°C	$\sigma$ 300°C
1	60	26
2	61	28
3	39	22
4	40	24
5	39	22
6	41	22
7	53	32
7 bis		29

L'essai de fluage à 300°C sur l'éprouvette 7 a donné une résistance au fluage de 32 MPa, nettement supérieure à celle mesurée sur les éprouvettes en alliages 1 à 6 contenant du magnésium.

On constate qu'à traitement thermique identique à 495°C, l'éprouvette 7 bis conduit à une résistance au fluage de 29 MPa, soit un niveau déjà légèrement supérieur à celui des alliages 1 et 2 avec magnésium, contenant ou non du zirconium. Le traitement thermique à 515°C sur l'éprouvette 7 permet une augmentation supplémentaire de 3 MPa.

Enfin, outre les excellents niveaux de résistance à chaud, les résultats de l'éprouvette 8 indiquent qu'on accède, avec une teneur en cuivre de l'ordre de 3%, à des valeurs



élevées d'allongement à la rupture, du même niveau et même parfois meilleures que celles obtenues avec les alliages au magnésium les plus ductiles 3 à 6. A ductilité égale, les éprouvettes selon l'invention présentent une augmentation de la limite d'élasticité  $R_{p0,2}$  d'environ 20% à 250°C et 30% à 300°C.

### Revendications

- 5 1. Pièce moulée à haute résistance au fluage en alliage de composition (% en poids) :
- Mg < 0.1  
Si : 4.5 – 10  
Cu : 2.0 – 5,0
- 10 Ni < 0,4  
Fe < 0,9  
Zn < 0,3  
Ti : 0,05 – 0,25  
Zr : 0,05 – 0,25
- 15 éventuellement : V : 0.02-0.30  
Mn : 0,1 – 0,5  
Hf, Nb, Ta, Cr, Mo et/ou W : 0,03 – 0,30  
autres éléments < 0,10 chacun et 0,30 au total, reste aluminium.
- 20 2. Pièce moulée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur en magnésium est inférieure à 0,03%.
3. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que la teneur en cuivre est comprise entre 3 et 4%.
- 25 4. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la teneur en nickel est inférieure à 0,1%
5. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la teneur
- 30 en fer est inférieure à 0,3%.
6. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la teneur en zinc est inférieure à 0,1%

7. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la teneur en zirconium est comprise entre 0,12 et 0,20%.

5 8. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que la teneur en titane est comprise entre 0,08 et 0,20%.

9. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que la teneur en vanadium est comprise entre 0,04 et 0,20%.

10

10. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la teneur en manganèse est comprise entre 0,15 et 0,40%.

11. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle est  
15 un insert pour partie chaude d'une pièce moulée.

12. Pièce moulée selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle est une culasse de moteur à combustion interne.

20

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/001759

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C22C21/02 C22C21/04 F16J10/00 F02F1/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C F16J F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, CHEM ABS Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 077 810 A (OHUCHI YASUSHI ET AL) 7 March 1978 (1978-03-07) column 1, line 6 - line 16 column 6, line 11 - line 34 * Exemple 4; alliage 13; tableau 4; colonne 12, ligne 5 - colonne 13, ligne 21 * claims 18-21	1-12
A	US 4 163 266 A (ASAHI NAOTATSU ET AL) 31 July 1979 (1979-07-31) * Premier alliage dans tableau; colonne 6 * column 6, line 49 - line 59	1-12
A	GB 605 282 A (NAT SMELTING COMPANY) 20 July 1948 (1948-07-20) page 1, line 41 - line 54 ----- -/--	1-12



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

16 November 2004

Date of mailing of the International search report

24/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Patton, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/001759

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0142, no. 36 (C-0720), 18 May 1990 (1990-05-18) -& JP 02 061025 A (KOBE STEEL LTD), 1 March 1990 (1990-03-01) abstract	1-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0161, no. 80 (C-0935), 30 April 1992 (1992-04-30) -& JP 04 021728 A (FURUKAWA ALUM CO LTD), 24 January 1992 (1992-01-24) abstract	1-12
A	FR 2 690 927 A (PECHINEY ALUMINIUM) 12 November 1993 (1993-11-12) cited in the application the whole document	1-12
P,A	WO 2004/001079 A (LASLAZ GERARD ; GARAT MICHEL (FR); PECHINEY ALUMINIUM (FR)) 31 December 2003 (2003-12-31) cited in the application the whole document	1-12

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4077810	A	07-03-1978	JP 1115439 C	29-09-1982
			JP 50137316 A	31-10-1975
			JP 53020243 B	26-06-1978
			AU 476468 B2	23-09-1976
			AU 8018075 A	23-09-1976
			CA 1060684 A1	21-08-1979
			DE 2517275 A1	30-10-1975
			FR 2268084 A1	14-11-1975
			GB 1506425 A	05-04-1978
US 4163266	A	31-07-1979	JP 53093807 A	17-08-1978
			DE 2803683 A1	03-08-1978
GB 605282	A	20-07-1948	NONE	
JP 02061025	A	01-03-1990	NONE	
JP 04021728	A	24-01-1992	NONE	
FR 2690927	A	12-11-1993	FR 2690927 A1	12-11-1993
WO 2004001079	A	31-12-2003	FR 2841164 A1	26-12-2003
			WO 2004001079 A2	31-12-2003

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Depôt de internationale No

PCT/FR2004/001759

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 C22C21/02 C22C21/04 F16J10/00 F02F1/24

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C22C F16J F02F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, CHEM ABS Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 077 810 A (OHUCHI YASUSHI ET AL) 7 mars 1978 (1978-03-07) colonne 1, ligne 6 - ligne 16 colonne 6, ligne 11 - ligne 34 * Exemple 4; alliage 13; tableau 4; colonne 12, ligne 5 - colonne 13, ligne 21 * revendications 18-21	1-12
A	US 4 163 266 A (ASAHI NAOTATSU ET AL) 31 juillet 1979 (1979-07-31) * Premier alliage dans tableau; colonne 6 * colonne 6, ligne 49 - ligne 59	1-12
A	GB 605 282 A (NAT SMELTING COMPANY) 20 juillet 1948 (1948-07-20) page 1, ligne 41 - ligne 54	1-12
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 novembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/11/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Patton, G

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. de Internationale No

PCT/FR2004/001759

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0142, no. 36 (C-0720), 18 mai 1990 (1990-05-18) -& JP 02 061025 A (KOBE STEEL LTD), 1 mars 1990 (1990-03-01) abrégé	1-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0161, no. 80 (C-0935), 30 avril 1992 (1992-04-30) -& JP 04 021728 A (FURUKAWA ALUM CO LTD), 24 janvier 1992 (1992-01-24) abrégé	1-12
A	FR 2 690 927 A (PECHINEY ALUMINIUM) 12 novembre 1993 (1993-11-12) cité dans la demande le document en entier	1-12
P,A	WO 2004/001079 A (LASLAZ GERARD ; GARAT MICHEL (FR); PECHINEY ALUMINIUM (FR)) 31 décembre 2003 (2003-12-31) cité dans la demande le document en entier	1-12



Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4077810	A	07-03-1978	JP 1115439 C	29-09-1982
			JP 50137316 A	31-10-1975
			JP 53020243 B	26-06-1978
			AU 476468 B2	23-09-1976
			AU 8018075 A	23-09-1976
			CA 1060684 A1	21-08-1979
			DE 2517275 A1	30-10-1975
			FR 2268084 A1	14-11-1975
			GB 1506425 A	05-04-1978
US 4163266	A	31-07-1979	JP 53093807 A	17-08-1978
			DE 2803683 A1	03-08-1978
GB 605282	A	20-07-1948	AUCUN	
JP 02061025	A	01-03-1990	AUCUN	
JP 04021728	A	24-01-1992	AUCUN	
FR 2690927	A	12-11-1993	FR 2690927 A1	12-11-1993
WO 2004001079	A	31-12-2003	FR 2841164 A1	26-12-2003
			WO 2004001079 A2	31-12-2003